



A16 534

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 46 546 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**E 04 G 21/04**  
B 65 G 53/32  
B 65 G 53/66

②① Aktenzeichen: 100 46 546.3  
②② Anmeldetag: 19. 9. 2000  
④③ Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 100 46 546 A 1

⑦① Anmelder:  
Putzmeister AG, 72631 Aichtal, DE

⑦④ Vertreter:  
Wolf & Lutz, 70193 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Rau, Kurt, 63546 Hammersbach, DE

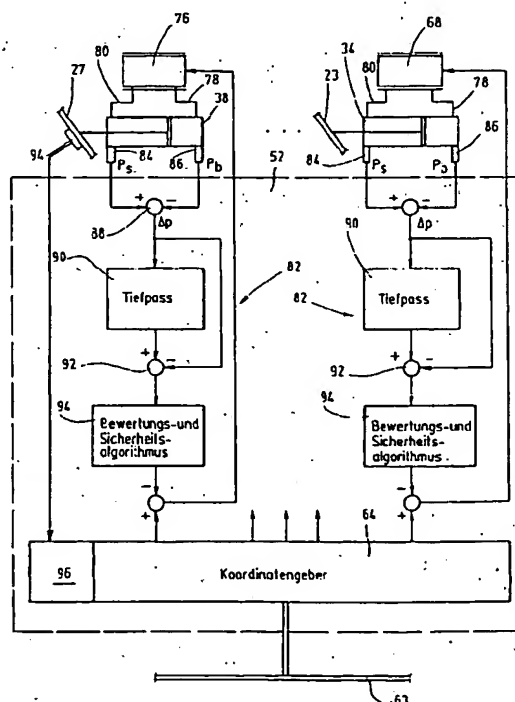
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 00 738 C1  
DE 195 20 166 A1  
DE 195 03 895 A1  
DE 44 12 643 A1  
DE 43 06 127 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Großmanipulator mit Schwingungsdämpfer

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Großmanipulator insbesondere von Betonpumpen. Der Großmanipulator weist einen aus mindestens drei Mastarmen (23 bis 27) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteiler-mast ausgebildeten Knickmast (22) auf, dessen Mastarme um jeweils horizontal zueinander parallele Knickachsen (28 bis 32) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) begrenzt verschwenkbar sind. Weiter sind eine Steuereinrichtung (50, 62, 52) für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten zugeordneten Stellgliedern sowie Mittel zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast vorgesehen. Um mit einfachen Mitteln eine wirkungsvolle Mastbedämpfung zu erzielen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß vorzugsweise an jedem Antriebsaggregat (34 bis 38) oder am zugehörigen Mastarm (23 bis 27) eine von der mechanischen Schwingung des betreffenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Meßgröße bestimmt, in einer Auswerteeinheit (82) unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das betreffende Antriebsaggregat ansteuernden Stellglied (68 bis 76) aufgeschaltet wird.



DE 100 46 546 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse drehbaren Mastbock, mit einem aus mindestens drei Mastarmen zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast, welche Mastarme um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock oder Mastarm mittels je eines Antriebsaggregats begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten zugeordneten Stellgliedern, und mit Mitteln zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast.

[0002] Der Knickmast eines Großmanipulators dieser Art ist seiner Konstruktion nach ein elastisch schwingungsfähiges System, das zu Eigenschwingungen anregbar ist. Eine resonante Anregung solcher Schwingungen kann dazu führen, daß die Mastspitze mit Amplituden von einem Meter und mehr schwingt. Eine Schwingungsanregung ist zum Beispiel durch den pulsierenden Betrieb einer Betonpumpe und durch die hieraus resultierende periodische Beschleunigung und Verzögerung der durch die Förderleitung gedrückten Betonsäule möglich. Dies hat zur Folge, daß der Beton nicht mehr gleichmäßig verteilt werden kann und der Arbeiter, der den Endschlauch führt, gefährdet wird. Um dies zu vermeiden, wurde bei einer bekannten Betonpumpe mit Knickmast (DE-A 195 03 895) die Verwendung eines Lageregelkreises vorgeschlagen, der innerhalb eines vorgebbaren Variationsbereichs das Niveau der Mastspitze bezüglich einer ortsfesten horizontalen Bezugsebene stabilisiert. Hierzu ist eine Sensoreinrichtung vorgesehen, über deren Ausgangssignale ein Koordinatenstellantrieb zur kompensatorischen Auslenkung der Mastspitze oder des Endschlauchs ansteuerbar ist. Es hat sich gezeigt, daß diese Maßnahmen recht aufwendig sind und nicht immer zu dem gewünschten Ergebnis führen. Die für die Regelung erforderliche Armbebewegungssensorik spricht erst an, wenn die Bewegung bereits ausgeführt wird, wenn es also schon zu spät ist. Es läßt sich damit also keine ausreichende Regelgüte erzielen.

[0003] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Vorkehrungen und Verfahrensmaßnahmen zu treffen, womit mit einfachen Mitteln eine optimale Mastbedämpfung möglich ist.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 15 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Der erfindungsgemäßen Lösung liegt der Gedanke zugrunde, daß an mindestens einem der Antriebsaggregate oder am zugehörigen Mastarm eine von der mechanischen Schwingung des betreffenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Meßgröße bestimmt, in einer Auswerteeinheit unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das zugehörige Antriebsaggregat ansteuernden Stellglied aufgeschaltet wird.

[0006] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, bei der das Antriebsaggregat als doppeltwirkender Hydrozylinder ausgebildet ist, wird als Meßgröße die zeitabhängige Druckdifferenz zwischen Boden- und Stangen-seite des Hydrozylinders bestimmt und in der Auswerteeinheit zur Bildung des dynamischen Dämpfungssignals aufbereitet. Bei der Signalaufbereitung wird zweckmäßig der dynamische Anteil der zeitabhängigen Druckdifferenz oberhalb einer definierten Grenzfrequenz herausgefiltert und für

die Bildung des Dämpfungssignals phasenverschoben und/oder verstärkt. Die Grenzfrequenz wird nach Maßgabe der mechanischen Eigenfrequenz des betreffenden Mastarms vorzugsweise im Bereich von 0,2 bis 10 Hz eingestellt. Jedenfalls sollte die Grenzfrequenz des Hochpaßfilters etwas niedriger als die Eigenfrequenz des betreffenden Mastarms gewählt werden. Da die Mastdämpfung ohne Positionsregelung zu einer unerwünschten Drift der Mastspitze führen kann, wird gemäß einer vorteilhaften oder alternativen Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß bei einem in eine definierte Arbeitsposition ausgefahrenen Knickmast die Neigung oder der Bodenabstand des Endarms in vorgegebenen Zeitabständen gemessen und mit einem zuvor abgespeicherten Sollwert verglichen wird, und daß beim Auftreten einer Drift der Knickmast durch Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder nachgeführt wird.

[0007] Zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß mindestens einem der Antriebsaggregate oder Mastarme mindestens ein Sensor zur Bestimmung einer von den mechanischen Schwingungen des betreffenden Mastarms abgeleiteten zeitabhängigen Meßgröße sowie eine dem mindestens einen Sensor nachgeordnete, ausgangsseitig an das zugehörige Stellglied angeschlossene Auswerteeinheit zur Erzeugung eines Dämpfungssignals zugeordnet ist.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist jedes Antriebsaggregat einen doppeltwirkenden Hydrozylinder auf, wobei die Hydrozylinder über je ein das zugehörige Stellglied bildendes Proportionalwechselventil mit Drucköl beaufschlagbar sind. In diesem Falle ist gemäß der Erfindung am stangen- und bodenseitigen Ende mindestens eines der Hydrozylinder je ein Druckaufnehmer angeordnet, die über ein Vergleichs- oder Differenzglied mit der Auswerteeinheit verbunden sind. Vorteilhafterweise umfaßt die Auswerteeinheit einen Hochpaßfilter, der digital oder analog ausgebildet sein kann. Vorteilhafterweise sind die Grenzfrequenzen der zu jedem Mastarm gehörenden Hochpaßfilter getrennt nach Maßgabe der Eigenfrequenzen der jeweiligen Mastarme einstellbar. Typische Grenzfrequenzen der Hochpaßfilter betragen 0,2 bis 10 Hz.

[0009] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Hochpaßfilter durch einen Tiefpaßfilter gebildet ist, dessen Eingang über ein Differenzglied auf dessen Ausgang aufgeschaltet ist. Um Überschwingungen zu vermeiden, bildet jeder Hochpaßfilter eine aperiodische Übergangsfunktion. Weiter ist jedem Hochpaßfilter vorteilhafterweise eine Bewertungs- und Sicherheitsschaltung oder -routine nachgeordnet, die eingangsseitig zusätzlich mit den Ausgangssignalen der beiden Druckaufnehmer der zugeordneten Hydrozylinder beaufschlagt werden können.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Steuereinrichtung einen Mikrocontroller mit Koordinatengeber zur Ansteuerung der Stellglieder aufweist, der eingabeseitig über ein BUS-System und eine Fernsteuereinrichtung mit Fahrdaten für die Mastbewegung beaufschlagbar ist, daß jedem Stellglied zusätzlich ein die Dämpfungseinheit bildender Übertrager zugeordnet ist, der eingabeseitig mit den zum betreffenden Mastarm gehörenden Meßgrößen beaufschlagbar und ausgangsseitig mit dem Stellglied verbunden ist. Mit diesen Vorkehrungen wird der Knickmast aufgrund der über die Fernsteuereinrichtung vorgegebenen Fahrdaten durch den Pumpenfahrer gesteuert, während die Mastbedämpfung während des Bewegungsvorgangs und in der Arbeitsstellung des Knickmasts automatisch erfolgt. Die Dämpfungseinheiten sind dabei in die Steuerkreise der einzelnen Antriebsaggregate eingekoppelt. Die einzelnen Übertrager sind zweckmäßig als Hochpaßfilter zweiter Ordnung ausgebildet, deren Übergangsfunktion

ein aperiodisches Verhalten aufweist. Damit wird gewährleistet, daß über den Filter und dessen Übertrager keine zusätzlichen Störungen dem System aufgeprägt werden. Eine Besonderheit der erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung besteht somit darin, daß jedem Mastarm eine unabhängige Dämpfungseinheit zugeordnet ist.

[0011] Als Drucksensoren kommen beispielsweise Membransensoren oder Piezosensoren in Betracht, denen bei Vorhandensein eines Mikrocontrollers ein Meßumwandler mit einem Analog-Digitalwandler zugeordnet ist. Wichtig ist, daß die Drucksensoren eine ausreichende Dynamik aufweisen.

[0012] Für den Fall, daß eine Positionsregelung fehlt, ist gemäß einer alternativen oder vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung eine Anordnung zur Driftkompensation des Knickmasts vorgesehen, die mindestens einen an einem der Mastarme angeordneten Neigungs- oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher sowie eine eingangsseitig mit dem Sollwertspeicher und mit dem Ausgang des Neigungs- oder Abstandssensors verbundenen Vergleichs zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder aufweist. Der Neigungs- oder Abstandssensor ist vorteilhafterweise am Endarm des Knickmasts angeordnet, während der Sollwertspeicher über eine Steuerroutine mit dem digitalen Ausgangssignal des Neigungs- oder Abstandssensors beaufschlagbar ist. Die Steuerroutine sorgt dafür, daß der momentane Neigungswert oder Bodenabstand des Endarms bei Erreichen einer Arbeitsposition des Knickmasts im Sollwertspeicher abgespeichert wird.

[0013] Im folgenden wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

[0014] Fig. 1 eine Seitenansicht einer Autobetonpumpe mit zusammengelegtem Knickmast;

[0015] Fig. 2 die Autobetonpumpe nach Fig. 1 mit Knickmast in Arbeitsstellung;

[0016] Fig. 3 ein Schema einer Steuereinrichtung für die Mastbewegung und -bedämpfung;

[0017] Fig. 4 ein Schema mit Flußdiagramm des im Mikrocontroller enthaltenen Softwareübertragers für die Mastbedämpfung.

[0018] Die Autobetonpumpe 10 umfaßt ein Transportfahrzeug 11, eine z. B. als Zweizylinder-Kolbenpumpe ausgebildete pulsierende Dickstoffpumpe 12 sowie einen um eine fahrzeugfeste Hochachse 13 drehbaren Verteilmast 14 als Träger für eine Betonförderleitung 16. Über die Förderleitung 16 wird Flüssigbeton, der in einen Aufgabeebehälter 12 während des Betonierens fortlaufend eingebracht wird, zu einer von dem Standort des Fahrzeugs 11 entfernt angeordneten Betonierstelle 18 gefördert.

[0019] Der Verteilmast 14 besteht aus einem mittels eines hydraulischen Drehantriebs 19 um die Hochachse 13 drehbaren Mastbock 21 und einem an diesem schwenkbaren Knickmast 22, der auf variable Reichweite und Höhendifferenz zwischen dem Fahrzeug 11 und der Betonierstelle 18 kontinuierlich einstellbar ist. Der Knickmast 22 besteht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus fünf gelenkig miteinander verbundenen Mastarmen 23 bis 27, die um parallel zueinander und rechtwinklig zur Hochachse 13 des Mastbocks 21 verlaufende Achsen 28 bis 32 schwenkbar sind. Die Knickwinkel  $\epsilon_1$  bis  $\epsilon_5$  (Fig. 2) der durch die Gelenkachsen 28 bis 32 gebildeten Knickgelenke und deren Anordnung zueinander sind so aufeinander abgestimmt, daß der Verteilmast 14 mit der aus Fig. 1 ersichtlichen, einer mehrfachen Faltung entsprechenden raumsparenden Transportkonfiguration auf dem Fahrzeug 11 ablegbar ist. Durch programmgesteuerte Aktivierung von Antriebsaggregaten 34 bis 38, die den Gelenkachsen 28 bis 32 einzeln zugeord-

net sind, ist der Knickmast 22 in unterschiedlichen Distanzen und/oder Höhendifferenzen zwischen der Betonierstelle 18 und dem Fahrzeugstandort entfaltbar (Fig. 2).

[0020] Der Mastführer steuert z. B. mittels einer Funkfernbedienung 50 die Mastbewegungen, durch die die Mastspitze 33 mit dem Endschlauch 43 über den zu betonierenden Bereich hinweggeführt wird. Der Endschlauch 43 hat eine typische Länge von 3 bis 4 m und kann wegen seiner gelenkigen Aufhängung im Bereich der Mastspitze 33 und aufgrund seiner Eigenflexibilität mit seinem Austrittsende von einem Schlauchmann in der günstigen Position zur Betonierstelle 18 gehalten werden.

[0021] Die Fernbedienung 50 enthält mehrere, als Steuerhebel ausgebildete Bedienorgane 60, die jeweils in zwei zueinander senkrechten Verstellrichtungen vor- und rückwärts unter Abgabe von Steuersignalen verstellt werden können. Die Steuersignale werden über eine Funkstrecke 61 zum fahrzeugfesten Funkempfänger 62 übertragen, der ausgangsseitig über ein beispielsweise als CAN-Bus ausgebildetes Bussystem 63 an den Mikrocontroller 52 angeschlossen ist. Der Mikrocontroller 52 enthält u. a. einen rechnergestützten Koordinatengeber 64, in welchem die vom Funkempfänger 62 übertragenen Fahrdaten in Koordinatensignale für die Antriebsaggregate 19, 34 bis 38 der sechs Achsen 13, 28 bis 38 umgesetzt werden. Zusätzlich kann die Größe der Auslenkung der Bedienorgane 60 in geschwindigkeitsbestimmende Signale umgesetzt werden. Die Betätigung der Antriebsaggregate 34 bis 38 erfolgt über die als Proportionalwechselventile ausgebildeten Stellglieder 68 bis 76, die mit ihren Ausgangsleitungen 78, 80 bodenseitig und stangenseitig an die als doppelwirkende Hydrozylinder ausgebildeten Antriebsaggregate 34 bis 38 angeschlossen sind. Das Antriebsaggregat 19 für den Mastbock 21 ist als hydraulischer Drehantrieb ausgebildet, der über das Stellglied 66 angesteuert wird. Neben der Ansteuerung über den Koordinatengeber 64, der die ankommenden Fahrdaten beispielsweise als Zylinderkoordinaten interpretiert und entsprechend umsetzt (vgl. DE-A 43 06 127), können die einzelnen Antriebsaggregate 19, 34 bis 36 auch direkt über die Bedienorgane 60 und die zugehörigen Stellglieder 66 bis 76 angesteuert werden.

[0022] Der Knickmast 22 stellt zusammen mit dem Transportfahrzeug 11 ein schwingungsfähiges System dar, das im Betrieb von der pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe 12 zu erzwungenen Schwingungen anregbar ist. Die Schwingungen können zu Auslenkungen der Mastspitze 33 und des an dieser hängenden Endschlauchs 43 führen, mit Amplituden um einen Meter und Frequenzen zwischen 0,5 und einigen Hz.

[0023] Um ein resonantes Aufschaukeln des Knickmasts 22 zu vermeiden, enthält der Mikrocontroller 52 zusätzlich eine Anzahl softwaregestützter Dämpfungseinheiten 82, die mit dem Vorsteuereingang jeweils eines der Stellglieder 68 bis 76 verbunden sind. Eingangsseitig sind die Dämpfungseinheiten 82 mit einer von den mechanischen Schwingungen des jeweiligen Mastarms 23 bis 27 abgeleiteten zeitabhängigen Meßgröße beaufschlagt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist zu diesem Zweck am bodenseitigen und stangenseitigen Ende eines jeden als Hydrozylinder ausgebildeten Antriebsaggregats 34 bis 38 je ein Drucksensor 84, 86 angeordnet, deren Ausgänge  $p_s$  und  $p_b$  mit einem Vergleichs- 88 verbunden sind, in welchem ein der Druckdifferenz  $\Delta p(t) = p_s - p_b$  entsprechendes zeitabhängiges Meßsignal erzeugt wird. Das Meßsignal  $\Delta p(t)$  wird in einem vorgegebenen Zeittakt einem digitalen Hochpaßfilter 90, 92 zugeleitet. Der Hochpaßfilter ist bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel durch einen digitalen Tiefpaßfilter 90 mit nachgeordnetem Vergleichs- 92 gebildet, auf welcher letz-

ren zusätzlich das Eingangssignal des Tiefpaßfilters 90 aufgeschaltet ist. Die Eckfrequenz des Hochpaßfilters 90, 92 wird für jeden Mastarm 23 bis 27 getrennt eingestellt und etwas niedriger als dessen mechanische Eigenfrequenz gewählt. Die Dämpfungseinheiten 82 enthalten zusätzlich einen dem digitalen Hochpaßfilter 90, 92 nachgeordneten Bewertungs- und Sicherheitsalgorithmus 94 zur Einstellung des für die Schwingungsdämpfung notwendigen Verstärkungsgrads. Weiter werden durch den Sicherheitsalgorithmus auch die Bewegungsgrenzwerte des Mastarms beispielsweise über eine Anschlagkontrolle überwacht. Dazu können auch die von den boden- und stangenseitigen Drucksensoren 84, 86 gemessenen absoluten Druckwerte  $p_s$  und  $p_b$  ausgewertet werden.

[0024] Da die Achslagen der Knickachsen ungeregelt sind, ist nicht auszuschließen, daß aufgrund von Bauleranzen eine Driftbewegung des Knickmasts 22 erfolgt. Dies ist insbesondere in der Arbeitsstellung des Knickmasts während der Pumpfähigkeit der Fall. Die Drift kann überwacht und kompensiert werden. Wie aus Fig. 2 und 4 zu ersehen ist, ist zu diesem Zweck am letzten Mastarm 27 ein beispielsweise als Neigungssensor ausgebildeter Raumwinkelsensor 94 oder ein Abstandssensor sowie ein Sollwertspeicher 96 vorgesehen. Damit kann in jeder Arbeitsstellung, also am Schluß eines jeden Fahrvorgangs, die augenblickliche Winkellage oder der Bodenabstand der Mastspitze 33 im Sollwertspeicher 96 abgespeichert werden. Durch Vergleich eines Istwerts mit dem abgespeicherten Sollwert kann im weiteren Zeitverlauf eine Drift erkannt und durch Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder 68 bis 76 z. B. über den Koordinatengeber 64 kompensiert werden.

[0025] Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf einen Großmanipulator insbesondere von Betonpumpen. Der Großmanipulator weist einen aus mindestens drei Mastarmen 23 bis 27 zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast 22 auf, dessen Mastarme um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen 28 bis 32 mittels je eines Antriebsaggregats 34 bis 38 begrenzt verschwenkbar sind. Weiter sind eine Steuereinrichtung 50, 62, 52 für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten zugeordneten Stellgliedern sowie Mittel zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast vorgesehen. Um mit einfachen Mitteln eine wirkungsvolle Mastbedämpfung zu erzielen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß vorzugsweise an jedem Antriebsaggregat 34 bis 38 oder am zugehörigen Mastarm 23 bis 27 eine von der mechanischen Schwingung des betreffenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Meßgröße bestimmt, in einer Auswerteeinheit 82 unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das betreffende Antriebsaggregat ansteuernden Stellglied 68 bis 76 aufgeschaltet wird.

#### Patentansprüche

1. Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell (11) angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse (13) drehbaren Mastbock (21), mit einem aus mindestens drei Mastarmen (23 bis 27) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (22), welche Mastarme (23 bis 27) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (28 bis 32) paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock (21) oder Mastarm (28 bis 26) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung (50, 62, 52) für die Mastbewegung mit Hilfe von den

einzelnen Antriebsaggregaten (34 bis 38) zugeordneten Stellgliedern (68 bis 76), und mit Mitteln (82, 84, 86) zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast (22), dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem der Antriebsaggregate (34 bis 38) oder Mastarme (23 bis 27) mindestens ein Sensor (84, 86) zur Bestimmung einer von den mechanischen Schwingungen des betreffenden Mastarms (23 bis 27) abgeleiteten zeitabhängigen Meßgröße ( $\Delta p$ ) sowie eine dem mindestens einen Sensor (84, 86) nachgeordnete, ausgangsseitig an das zugehörige Stellglied (68 bis 76) angeschlossene Auswerteeinheit (82) zur Erzeugung eines Dämpfungssignals zugeordnet ist.

2. Großmanipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Antriebsaggregat (34 bis 38) einen doppelt wirkenden Hydrozylinder aufweist, daß die Hydrozylinder über je ein das zugehörige Stellglied bildendes Proportionalwechselventil (68 bis 76) mit Drucköl beaufschlagbar sind, daß am stangenseitigen und bodenseitigen Ende mindestens eines der Hydrozylinder je ein Drucksensor (84, 86) angeordnet ist, die vorzugsweise über einen Vergleicher (88) mit der Auswerteeinheit (82) verbunden sind.

3. Großmanipulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (82) einen analogen oder digitalen Hochpaßfilter (90, 92) enthält.

4. Großmanipulator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenzen der zu den einzelnen Mastarmen (23 bis 27) gehörenden Hochpaßfilter (90, 92) unabhängig voneinander einstellbar sind.

5. Großmanipulator nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenzen der Hochpaßfilter (90, 92) nach Maßgabe der Eigenfrequenz der zugehörigen Mastarme (23 bis 27) einstellbar sind.

6. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenzen der Hochpaßfilter (90, 92) auf einen Wert von 0,2 bis 10 Hz einstellbar sind.

7. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Hochpaßfilter durch einen Tiefpaßfilter (90) gebildet ist, dessen Eingang über einen Vergleicher (92) auf dessen Ausgang aufgeschaltet ist.

8. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Hochpaßfilter (90, 92) eine aperiodische Übergangsfunktion bildet.

9. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Hochpaßfilter (90, 92) eine Bewertungs- und Sicherheitsschaltung oder -routine (94) nachgeordnet ist.

10. Großmanipulator nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertungs- und Sicherheitsschaltung oder -routine (94) eingangsseitig mit den Ausgangssignalen ( $p_s$ ,  $p_b$ ) der beiden Drucksensoren (84, 86) beaufschlagbar ist.

11. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung einen Mikrocontroller (52) mit einem Koordinatengeber (64) zur Ansteuerung der Stellglieder (68 bis 76) aufweist, der eingabeseitig über ein BUS-System (63) und eine Fernsteuereinrichtung (50, 64) mit Fahrdaten für die Mastbewegung beaufschlagbar ist, daß jedem Stellglied zusätzlich ein die Dämpfungseinheit (82) bildender Übertrager zugeordnet ist, der eingabeseitig mit der zum betreffenden Mastarm (23 bis 27) gehörenden Meßgröße ( $\Delta p$ ) beaufschlagbar ist.

12. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Anordnung zur Drift-

kompensation des Knickmasts (22), die mindestens einen an einem der Mastarme (27) angeordneten Raumwinkelsensor (94) oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher (96) sowie einen mit dem Sollwertspeicher und dem Ausgang des Raumwinkel- oder Abstandssensors verbundenen Vergleicher zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (68 bis 76) aufweist.

13. Großmanipulator, insbesondere für Betonpumpen, mit einem auf einem Gestell (11) angeordneten, vorzugsweise um eine vertikale Drehachse (13) drehbaren Mastbock (21), mit einem aus mindestens drei Mastarmen (23 bis 27) zusammengesetzten, vorzugsweise als Betonverteilmast ausgebildeten Knickmast (22), welche Mastarme (23 bis 27) um jeweils horizontale, zueinander parallele Knickachsen (28 bis 32) paarweise gegenüber dem benachbarten Mastbock (21) oder Mastarm (28 bis 26) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) begrenzt verschwenkbar sind, mit einer vorzugsweise fernbedienbaren Steuereinrichtung (50, 62, 52) für die Mastbewegung mit Hilfe von den einzelnen Antriebsaggregaten (34 bis 38) zugeordneten Stellgliedern (68 bis 76), und mit Mitteln (82, 84, 86) zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen im Knickmast (22), gekennzeichnet durch eine Anordnung zur Driftkompensation des Knickmasts (22), die mindestens einen an einem der Mastarme (27) angeordneten Raumwinkelsensor (94) oder Abstandssensor, einen Sollwertspeicher (96) sowie einen mit dem Sollwertspeicher und dem Ausgang des Raumwinkel- oder Abstandssensors verbundenen Vergleicher zur Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (68 bis 76) aufweist.

14. Anordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Raumwinkel- oder Abstandssensor am Endarm (27) des Knickmasts (22) angeordnet ist.

15. Großmanipulator nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertspeicher (96) über eine Steuerroutine mit dem digitalen Ausgangssignal des Raumwinkel- oder Abstandssensors (94) beaufschlagbar ist.

16. Verfahren zur Dämpfung mechanischer Schwingungen eines Knickmasts (22) in einem Großmanipulator, bei welchem die Mastarme (23 bis 27) des Knickmasts (22) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) relativ zueinander verschwenkbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einem der Antriebsaggregate (34 bis 38) oder am zugehörigen Mastarm (23 bis 27) eine von der mechanischen Schwingung des betreffenden Mastarms abgeleitete zeitabhängige Meßgröße ( $\Delta p$ ) bestimmt, in einer Auswerteeinheit (82) unter Bildung eines dynamischen Dämpfungssignals aufgearbeitet und einem das betreffende Antriebsaggregat ansteuernden Stellglied (68 bis 76) aufgeschaltet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem als Hydrozylinder ausgebildeten Antriebsaggregat (34 bis 38) die zeitabhängige Druckdifferenz ( $\Delta p$ ) zwischen Boden- und Stangen- seite des Hydrozylinders als Meßgröße gemessen und in der Auswerteeinheit (82) unter Bildung des Dämpfungssignals ausgewertet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteeinheit (82, 90, 92) der dynamische Anteil der Meßgröße ( $\Delta p$ ) oberhalb einer definierten Grenzfrequenz herausgefiltert und für die Bildung des Dämpfungssignals phasenverschoben und/

oder verstärkt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenz nach Maßgabe der mechanischen Eigenfrequenz des betreffenden Mastarms vorzugsweise auf einen Wert von 0,2 bis 10 Hz eingestellt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei in eine Arbeitsstellung ausgefahrenem Knickmast (22) die Neigung oder der Bodenabstand des Endarms in vorgegebenen Zeitabständen gemessen und mit einem zuvor abgespeicherten Sollwert verglichen wird, und daß beim Auftreten einer Abweichung vom Sollwert der Knickmast durch Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (68 bis 76) nachgeführt wird.

21. Verfahren zur Dämpfung mechanischer Schwingungen eines Knickmasts (22) in einem Großmanipulator, bei welchem die Mastarme (23 bis 27) des Knickmasts (22) mittels je eines Antriebsaggregats (34 bis 38) relativ zueinander verschwenkbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß bei in eine Arbeitsstellung ausgefahrenem Knickmast (22) die Neigung oder der Bodenabstand des Endarms in vorgegebenen Zeitabständen gemessen und mit einem zuvor abgespeicherten Sollwert verglichen wird, und daß beim Auftreten einer Abweichung vom Sollwert der Knickmast durch Ansteuerung mindestens eines der Stellglieder (68 bis 76) nachgeführt wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

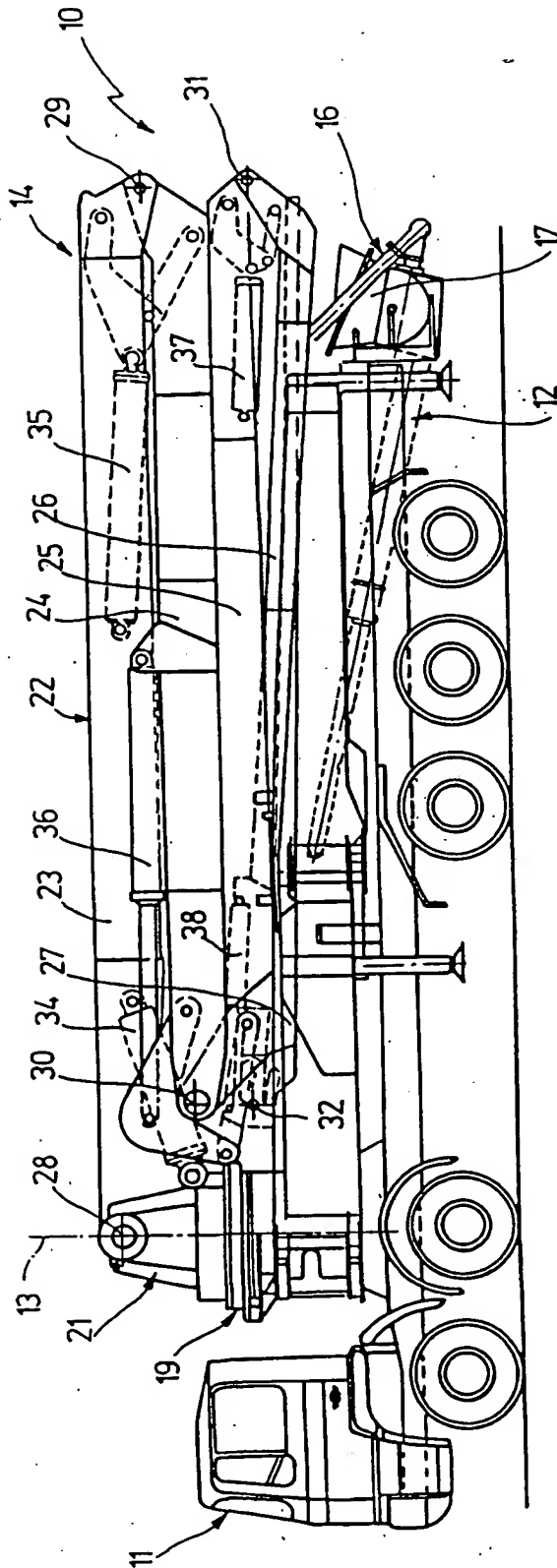


Fig. 1

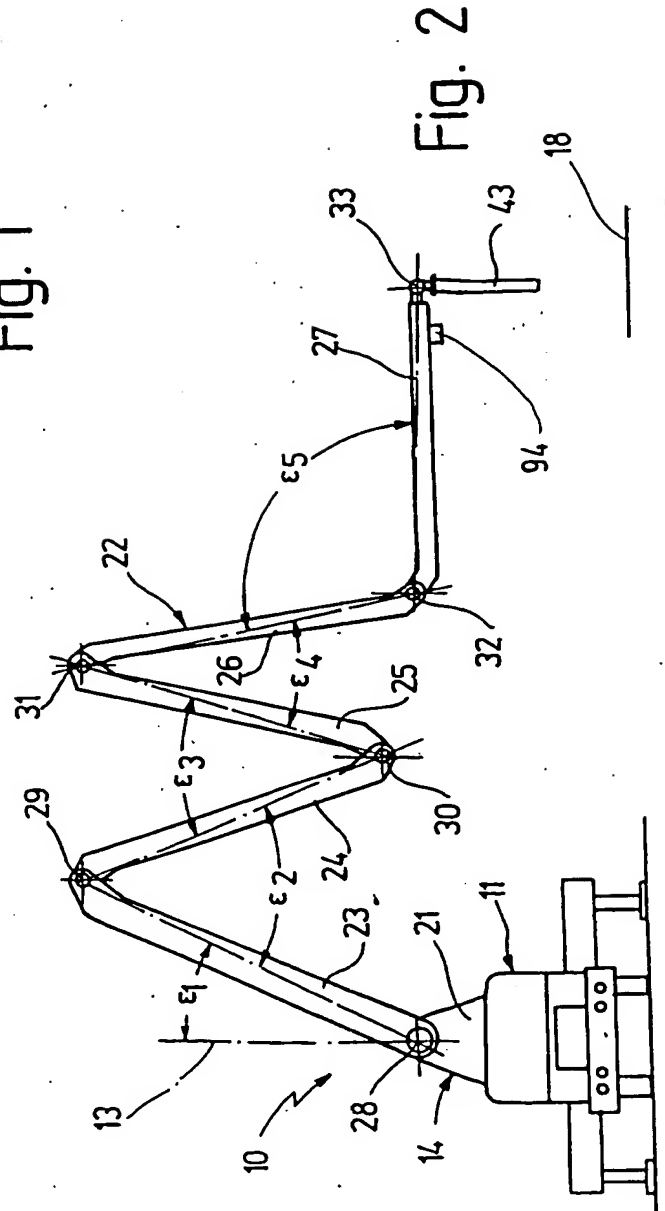


Fig. 2

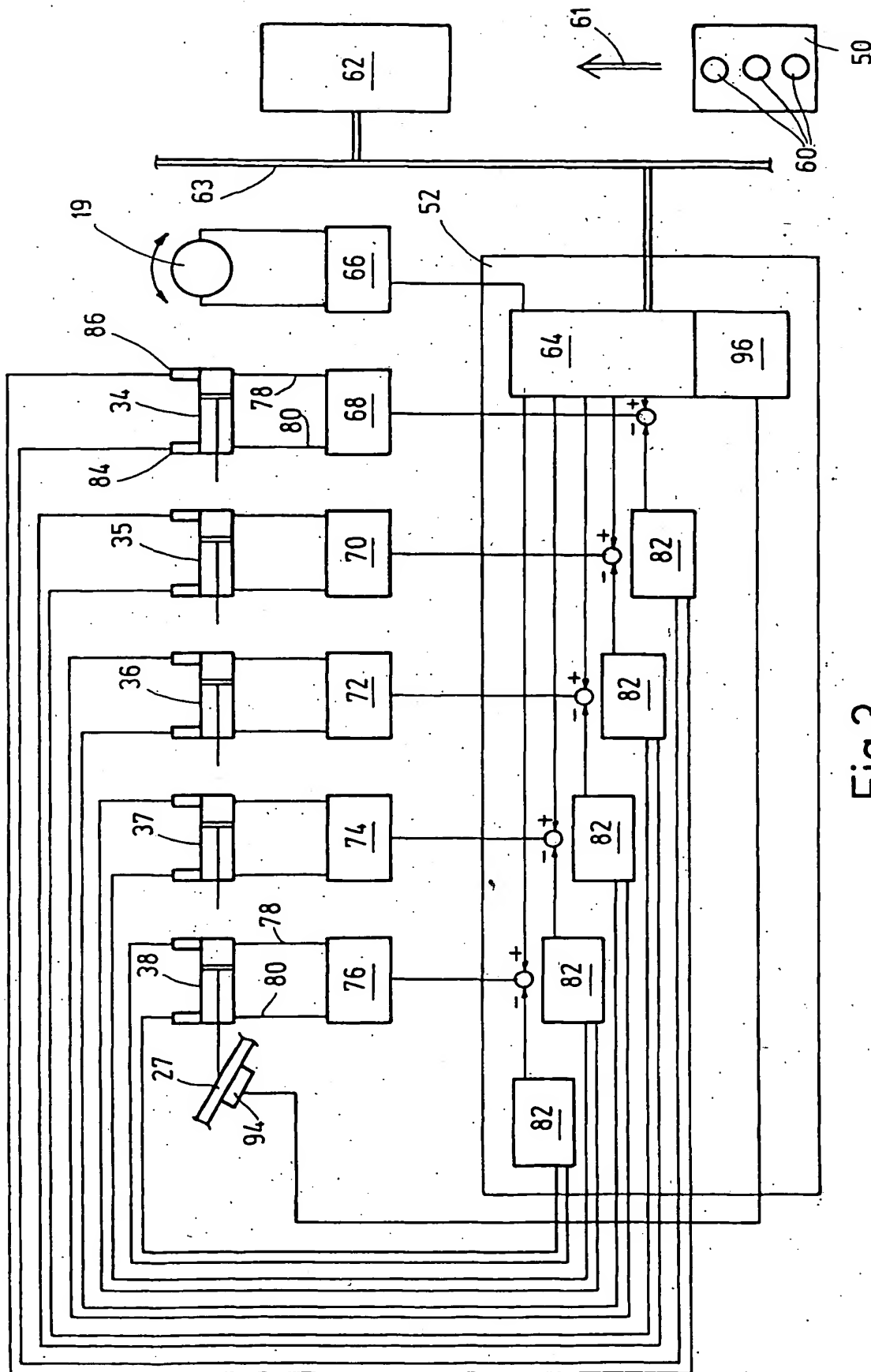


Fig.3

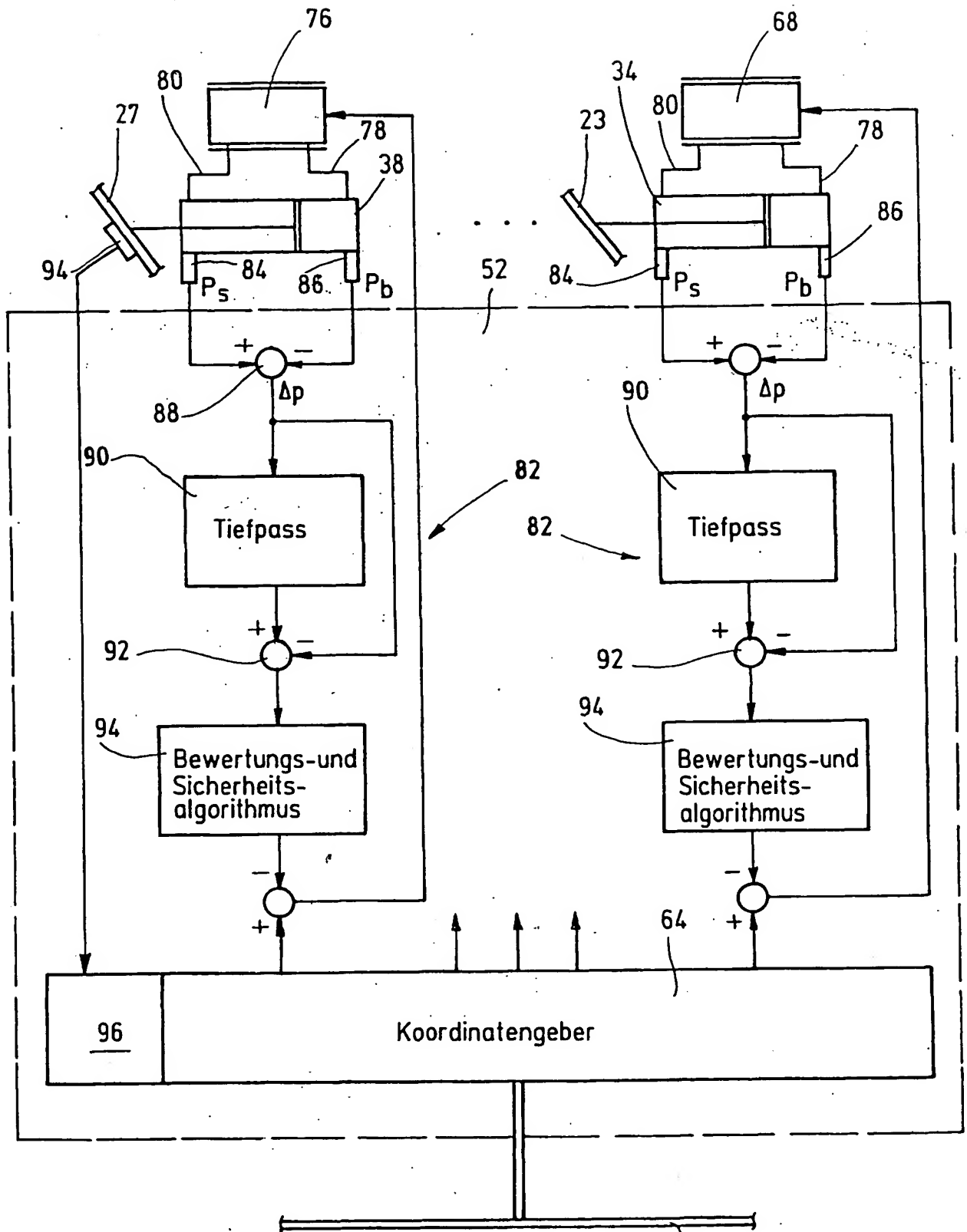


Fig.4